

단일벽 탄소 나노 튜브

1. 글의 흐름

- A. 1문단: 전기적 성질을 이용하여 물질을 구분하는 방법, 반도체의 성질, 탄소나노튜브의 개념.
- B. 2문단: CNT의 구조와 그에따른 성질.
- C. 3문단: 전계 효과 트랜지스터의 성능 지표를 향상시키는데 있어서의 기존의 기술적 한계를 넘어서기 위한 단일벽 CNT의 활용.
- D. 4문단: 단일벽 CNT 기반 전자 소자 출현을 위해 해결해야 할 기술적 과제들.

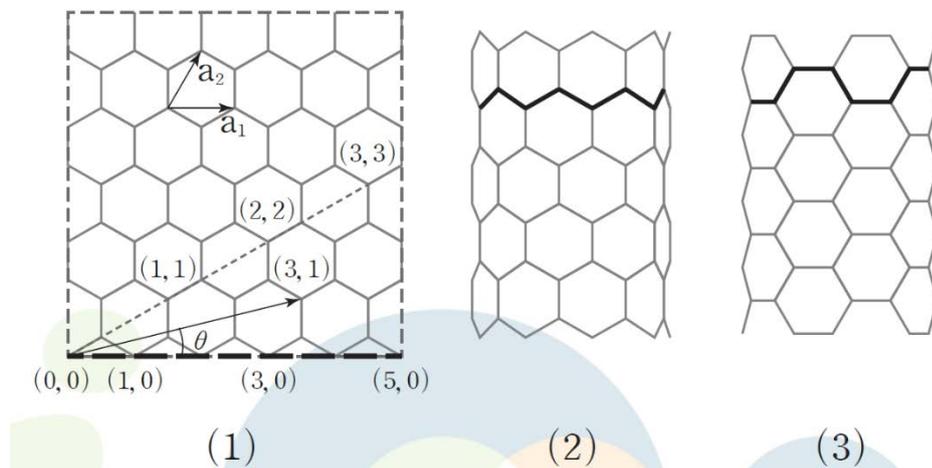
2. 문단별 정리

A. 1문단

- i. 전기적 성질을 기준으로 물질을 구분.
 - 1. 도체: 온도가 올라가면 전기 전도도가 떨어진다.
 - 2. 반도체: 전압을 걸어 주었을 때 외부에서 에너지를 가해 전자가 밴드갭을 뛰어 넘어야 전기가 흐르는 물질.
 - A. 밴드 갭: 전자가 넘어야 하는 에너지 간격.
 - B. 온도가 올라가면 전자가 밴드갭을 뛰어넘기 쉬워져 전기 전도도가 증가한다.
 - 3. 부도체: 전기가 흐르지 않는 물질.
- ii. 탄소나노튜브: 탄소들이 공유 결합을 하며 나노미터 크기의 튜브 모양을 이룬 물질.

B. 2문단

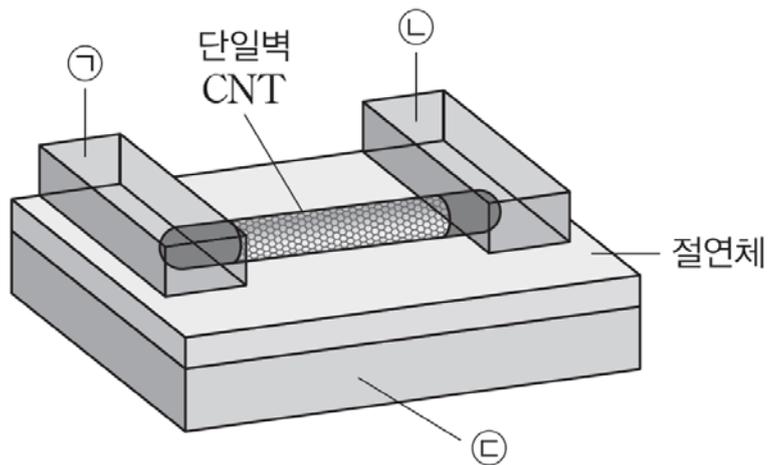
- i. CNT의 기본구조: 하나의 탄소 원자가 3개의 다른 탄소 원자와 공유결합을 하고 있다.
 - 1. CNT 구조의 기본단위: 정육각형의 벌집 구조 모양.



- ii. 지그재그형 단일벽 CNT: $(n, 0)$ 으로 표시할 수 있는 점을 만 것.
 - 1. 반도체이다.
- iii. 암체어형 단일벽 CNT: (n, n) 의 형태로 표시할 수 있는 점과 만나도록 만 것.
 - 1. 도체이다.
- iv. 카이랄 단일벽 CNT: 지그재그, 암체어 형이 아닌 것.
 - 1. 반도체이다.
- v. 반도체 CNT의 밴드 갭 크기: 튜브의 직경이 작을수록 커지게 된다.

C. 3문단

- i. 전계 효과 트랜지스터: 전압에 의해 전기장을 형성하고 전기장의 세기에 따라 전류가 조절되는 트랜지스터.
 - 1. 게이트, 소스, 드레인



- ii. 채널의 폭을 작게 만들어야 한다.
 - 1. 실리콘으로 채널을 작게 만드는 것이 어렵기 때문.
 - 2. 실리콘보다 단일벽 CNT를 이용하는것이 채널을 더 작게 만드는데 유리하다.
- iii. 채널의 폭을 작게 만들수록 이동도가 떨어진다: 전류에 해당하는 전자의 흐름의 경로가 더 작아지기 때문.
 - 1. 전자의 이동 과정에서 산란을 줄여야 이동도를 올릴 수 있다.
 - A. 발리스틱 전자 수송: 산란이 없는 전자의 이동 현상으로, 이때 전자는 최대의 이동도를 갖는다.
 - 2. 단일벽 CNT가 채널의 폭이 수 나노미터 이하이므로 실리콘보다 단일벽 CNT가 발리스틱 전자 수송을 일으키는데 더 유리하다.

- iv. 온 - 오프비: 게이트 전압을 걸었을 때와 걸지 않았을 때 채널에 흐르는 전류값의 비
 - 1. 온 - 오프비가 클수록 전계 효과 트랜지스터의 신뢰성이 커진다.
 - 2. 단일벽 CNT가 실리콘 소자보다 더 큰 값을 보인다.

v. 직경

- 1. 단일벽 CNT는 실리콘에 비해 직경이 작기 때문에 단일벽 CNT를 이용하면 고집적 전계 효과 트랜지스터의 실현이 가능하다.

D. 4문단

- i. 똑같은 직경의 단일벽 CNT를 안정적으로 합성해 낼 수 있는 기술의 확보.
 - 1. CNT는 직경에 따라 그 물성이 달라지기 때문.
- ii. 반도체CNT와 도체CNT를 100%분리해 낼 수 있는 기술의 확보.
- iii. 원하는 위치에 반도체형 CNT를 위치시켜서 고집적으로 소자를 만드는 기술의 확보.

3. 문제

- A. 전기적 성질에 따라 물질을 3가지로 구분하시오.
- B. 전계 효과 트랜지스터의 성능 지표를 두가지 이상 쓰시오.
- C. 전계 효과 트랜지스터를 구성하는 전극 3가지를 쓰시오.
- D. 실리콘과 단일벽 CNT 중 밴드갭 크기가 더 큰 것은?
- E. 좋은 전계 효과 트랜지스터를 만드는데 있어서 기술적 한계는 무엇인가?